

PUB-NO: JP405222450A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05222450 A
TITLE: PRODUCTION OF HIGH TENSILE STEEL PLATE

PUBN-DATE: August 31, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
FUJIOKA, MASAOKI	
YOSHIE, ATSUSHI	
FUJITA, TAKASHI	
ONOE, YASUMITSU	

US-CL-CURRENT: 148/661; 148/663
INT-CL (IPC): C21D 6/00; C22C 38/00; C22C 38/06; C22C 38/54

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve the productivity of a high tensile steel plate having low yield ratio and excellent in strength and toughness by specifying the conditions at the time of tempering a steel plate having specific composition.

CONSTITUTION: A steel plate having a composition consisting of, by weight, 0.02-0.5% C, 0.02-10% Mn, 0.01-1.0% Si, 0.01-0.1% Al, and the balance Fe with inevitable impurities is subjected to heat treatment. The metallic structure after hardening is a structure consisting essentially of bainite, martensite, or a mixture thereof. Temp. rise rate at the time of tempering and tempering temp. are regulated to 10-100°C/sec and 10-100°C point, respectively, and holding is finished within 15min. Then, air cooling or forced cooling is performed.

COPYRIGHT: (C)1993, JP0&Japio

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-222450

(43)公開日 平成5年(1993)8月31日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 1 D 6/00		W 9269-4K		
// C 2 2 C 38/00	3 0 1 A	7217-4K		
38/06				
38/54				

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 8 頁)

(21)出願番号	特願平4-25030	(71)出願人	000006655 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 3 号
(22)出願日	平成 4 年(1992) 2 月12日	(72)発明者	藤岡 政昭 千葉県富津市新富20- 1 新日本製鐵株式 会社技術開発本部内
		(72)発明者	吉江 淳彦 千葉県富津市新富20- 1 新日本製鐵株式 会社技術開発本部内
		(72)発明者	藤田 崇史 千葉県富津市新富20- 1 新日本製鐵株式 会社技術開発本部内
		(74)代理人	弁理士 椎名 彊 (外 1 名) 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 高張力鋼板の製造方法

(57)【要約】

【目的】 本発明は焼き入れ焼き戻しにより、高強度低降伏比鋼を製造する場合に、従来法に比して強度・靱性を向上し、なおかつ生産性の極めて高い製造方法を提供するものである。

【構成】 鋼を直接焼き入れ、あるいは再加熱焼き入れし、焼き戻しを行って高張力鋼を製造する方法において、焼き入れ後の金属組織が主にベイナイト、マルテンサイトあるいはこの混合組織であって、焼き戻しの昇温速度を1℃/秒以上とし、Ac₁点以下の保持を15分以内とし、その後放冷もしくは強制冷却を行うことで強度靱性の優れた低降伏比鋼板を短時間で製造する。

【効果】 強度、靱性に優れた低降伏比鋼板が高効率に製造可能となる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で、

C : 0.02~0.5%、
 Mn : 0.02~10.0%、
 Si : 0.01~1.0%、
 Al : 0.1%以下、

を含有し、残部がFeおよび不可避的不純物からなる鋼板を直接焼き入れあるいは再加熱後に焼き入れし、その後、焼き戻しを行って高張力鋼板を製造する方法において、焼き入れ後の金属組織が主にベイナイト、マルテンサイトあるいはこの混合組織であって、焼き戻し時の昇温速度を1℃/秒以上、焼き戻し温度をAc₁点以上の温度とし、さらに保持を15分以内で終了し、その後、放冷もしくは強制冷却を行うことを特徴とする生産性の高い高強度、高靱性低降伏比高張力鋼板の製造方法。

【請求項2】 重量%で、

C : 0.02~0.5%、
 Mn : 0.02~10.0%、
 Si : 0.01~1.0%、
 Al : 0.1%以下、

が基本成分であり、

Mo : 3.0 %以下、
 Ni : 10.0 %以下、
 Cr : 3.0 %以下、
 V : 0.1 %以下、
 Nb : 0.1 %以下、
 Ti : 0.1 %以下、
 B : 0.003 %以下、
 Cu : 10.0 %以下、
 Co : 10.0 %以下、
 W : 3.0 %以下

のいずれか1種、または2種以上をさらに含有する残部がFeおよび不可避的不純物からなる鋼板を直接焼き入れあるいは再加熱後に焼き入れし、その後焼き戻しを行って高張力鋼板を製造する方法において、焼き入れ後の組織が主にマルテンサイト、ベイナイトあるいはこの混合組織であって、焼き戻し時の昇温速度を1℃/秒以上、焼き戻し温度をAc₁点以上の温度とし、さらに保持時間を15分以内で終了し、その後放冷もしくは強制冷却を行うことを特徴とする生産性の高い高強度、高靱性低降伏比高張力鋼板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は焼き入れ焼き戻しにより生産性の高い強度、靱性に優れた低降伏比高張力鋼板製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、建築用構造物等に使用される鋼材（鋼板、鋼管、形鋼など）においては耐震性の優れた低降伏比高張力鋼板が求められている。このような要求に

対して、例えば特開昭55-41927号公報あるいは特開昭55-97425号公報記載の方法が提案されている。前者の方法は制御圧延、制御冷却を用いた方法であり、後者の方法は焼き入れ、焼き戻しによる方法であるが、いずれの場合も引っ張り強度が60kgf/mm²級の鋼に適用される方法であり、60kgf/mm²を超える鋼に対して一般的に適用されるものではない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、これら従来法の問題点を排除し、60kgf/mm²を超える強度の鋼に対しても適用できる強度、靱性に優れた低降伏比高張力鋼板の容易なる製造方法を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明の要旨とするところは

(1) 重量%で、

C : 0.02~0.5%、
 Mn : 0.02~10.0%、
 Si : 0.01~1.0%、
 Al : 0.1%以下、

を含有し、残部がFeおよび不可避的不純物からなる鋼板を直接焼き入れあるいは再加熱後に焼き入れし、その後、焼き戻しを行って高張力鋼板を製造する方法において、焼き入れ後の金属組織が主にベイナイト、マルテンサイトあるいはこの混合組織であって、焼き戻し時の昇温速度を1℃/秒以上、焼き戻し温度をAc₁点以上の温度とし、さらに保持を15分以内で終了し、その後、放冷もしくは強制冷却を行うことを特徴とする生産性の高い高強度、高靱性低降伏比高張力鋼板の製造方法。

(2) 重量%で、

C : 0.02~0.5%、
 Mn : 0.02~10.0%、
 Si : 0.01~1.0%、
 Al : 0.1%以下、

が基本成分であり、

Mo : 3.0 %以下、
 Ni : 10.0 %以下、
 Cr : 3.0 %以下、
 V : 0.1 %以下、
 Nb : 0.1 %以下、
 Ti : 0.1 %以下、
 B : 0.003 %以下、
 Cu : 10.0 %以下、
 Co : 10.0 %以下、
 W : 3.0 %以下

のいずれか1種、または2種以上をさらに含有する残部がFeおよび不可避的不純物からなる鋼板を直接焼き入れあるいは再加熱後に焼き入れし、その後焼き戻しを行って高張力鋼板を製造する方法において、焼き入れ後の組織が主にマルテンサイト、ベイナイトあるいはこの混

合組織であって、焼き戻し時の昇温速度を $1^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上、焼き戻し温度を A_{c1} 点以上の温度とし、さらに保持時間を15分以内で終了し、その後放冷もしくは強制冷却を行うことを特徴とする生産性の高い高強度、高靱性低降伏比高張力鋼板の製造方法にある。これにより焼き戻しマルテンサイトあるいは焼き戻しベイナイトの微細な金属組織状態を損なうことなく、その組織中に微細なマルテンサイト、残留オーステナイトあるいはセメントサイトを分散させ、強度、靱性にすぐれた低降伏比高張力鋼板を製造し得る。

【0005】以下、本発明について詳細に説明する。本発明の基本となる考え方は以下の通りである。まず、金属学的な見地から直接焼き入れを含む焼き入れ、焼き戻しで製造される鋼の強度、靱性は第一に金属組織の微細さに依存している。通常、焼き入れ後の鋼の金属組織はマルテンサイトとベイナイトからなり、その結晶粒は微細である。従って、その強度は高い。しかしながら、焼き入れままの金属組織は過飽和の炭素原子を多く含有しており、強度は高いが延性や靱性が充分ではない。そこで、通常、焼き入れ後には焼き戻し処理が行われる。一般に焼き戻し処理は焼き戻し処理を行う温度に設定された熱処理炉内に鋼板を挿入し、 A_{c1} 点以下の所定の温度に到達せしめ、その後数10分程度の保持を行うことで行われており、昇温の為に時間を含めると極めて長時間の焼き戻し処理が行われる。このため焼き戻し後の金属組織は焼き戻しマルテンサイトあるいは焼き戻しベイナイトとなる。このような鋼の降伏比は、焼き戻しにより析出したセメントサイト等の炭化物が可動転位を固着するために降伏強度が高く、90%を超えることが多

い。

【0006】一方、焼き入れままのマルテンサイトや残留オーステナイトは結晶粒内に転位を多く含有するなどのために降伏強度が低く、低降伏比となる。さらに残留オーステナイト部分にはマルテンサイト（フェライト）との固溶度の差に基づいて、固溶原子を吸収し、マルテンサイト中で降伏強度の上昇をもたらす固溶原子等を低減する効果もある。そこで鋼を低降伏比とするには、残留オーステナイトを生成せしめることや焼き戻し処理中にマルテンサイトや残留オーステナイトの転位の回復を制御することが必要であると思われる。従って、焼き戻し処理温度を A_{c1} 点温度以上とし金属組織の一部をオーステナイト化し、冷却中にそのまま残留させるか再びマルテンサイトにすることによって、焼き戻しマルテンサイト、焼き戻しベイナイトとの混合組織を形成し、降伏比の低い鋼板を製造できると考えられる。

【0007】しかしながら、従来法のごとき焼き戻し方法でこれを行えば、オーステナイト化部分が粗大となり、冷却後は粗大炭化物や粗大なマルテンサイトを含む金属組織となるので強度、靱性の観点から好ましくない。また、オーステナイト化しなかった部分についても

焼き戻し温度が高いためにマルテンサイトの転位が著しく減少したり、場合によっては再結晶により粗大なフェライトが生成し、強度、靱性が著しく低下する。そこで、本発明者らは種々の熱処理条件を検討し、焼き戻し温度を A_{c1} 点温度以上としながらも急速加熱、短時間保持により強度、靱性を向上した上で鋼の降伏比を容易に低下することを見いだした。

【0008】本発明法による効果は、 A_{c1} 点温度以上での焼き戻しによって生じたオーステナイト部分をマルテンサイトラス境界上などに微細に現出し（ A_{c1} 点温度以下でマルテンサイトラス境界上などに析出したセメントサイトがオーステナイトの核となる）、それに引き続く冷却中にこれがマルテンサイト、残留オーステナイト、セメントサイトあるいはこれらの混合物となること、およびこのようにして生じたマルテンサイト、残留オーステナイト部分が転位の豊富さなどの為に降伏点の低下と引っ張り強度の上昇に寄与するために生じると考えられる。一方、オーステナイト化しなかった部分についても、急速加熱、短時間焼き戻しによって、金属組織中に存在する炭化物は微細に分散し、マルテンサイト変態などの変態により導入された転位や加工されたオーステナイトから引き継がれた転位が金属組織中に多く残存する事によって強度が上昇し、場合によっては可動転位が延性を促進することによって鋼の靱性を増すのである。

【0009】さらに、降伏点の低下に付いてはオーステナイト化した際にオーステナイト部分がマルテンサイト（フェライト）との固溶度の差に基づいて、残部金属組織の固溶元素を吸収、低減するという効果も期待でき、このような効果は一度オーステナイト化した部分がフェライトとセメントサイトとなった場合でも有効である。以上のような考え方によって、本発明法によれば、マルテンサイトあるいはベイナイトの微細な金属組織状態を損なうことなく、その組織中の極めて微少な部分を一度オーステナイト化し、この部分を冷却中に再び微細なマルテンサイト、残留オーステナイト、セメントサイトもしくはこの混合物として、焼き戻しマルテンサイトあるいはベイナイト中に分散させることにより、強度、靱性にすぐれた低降伏比高張力鋼板を製造し得るのである。

【0010】次に、生産性の見地からは図1に示すように昇温速度を増加させ、保持を15分以内の短時間とすることにより、焼き戻しに要する実処理時間を大幅に減少させることができ、生産性を著しく向上することが可能となるのである。即ち、本発明法を適用する事によって、従来法に比してきわめて短時間で、強度、靱性に優れた低降伏比鋼板の製造が可能なのである。このような新しい発見に基づき本発明法における鋼の化学成分、製造条件を詳細に調査した結果本発明者らは特許請求の範囲の第1項、第2項に示したような強靱な厚鋼板の製造方法を創案した。

【0011】以下に製造方法の限定の理由について述べ

る。Cは鋼の強化を行うのに有効な元素であり0.02%未満では十分な強度が得られない。一方、その含有量が0.5%を越えると、溶接性を劣化させる。Siは脱酸元素として、また、鋼の強化元素として有効であるが、0.01%未満の含有量ではその効果がない。一方、1.0%を越えると、鋼の表面性状を損なう。Mnは鋼の強化に有効な元素であり、0.02%未満では十分な効果が得られない。一方、その含有量が10.0%を越えると鋼の加工性を劣化させる。Alは脱酸元素として添加されるが、0.10%を越えると、鋼の表面性状を劣化させる。

【0012】TiおよびNbはいずれも微量の添加で結晶粒の微細化と析出強化の面で有効に機能するので溶接部の靱性を劣化させない範囲で使用しても良い。このような観点からその添加量の上限を0.1%とする。Cu, Ni, Cr, Mo, Co, Wはいずれも鋼の焼き入れ性を向上させる元素であり、本発明の場合、その添加により鋼の強度を高めることが出来る。しかし、過度の添加は鋼の靱性および溶接性を損なうため、 $Cu \leq 10.0\%$ 、 $Ni \leq 10.0\%$ 、 $Cr \leq 3.0\%$ 、 $Mo \leq 3.0\%$ 、 $Co \leq 10.0\%$ 、 $W \leq 3.0\%$ に限定する。Vは析出強化により鋼の強度を高めるのに有効であるが、過度の添加は鋼の靱性を損なうために、その上限を0.10%とする。Bは鋼の焼き入れ性を向上させる元素である。本発明における場合、その添加により鋼の強度を高めることができるが、過度の添加はBの析出物を増加させ鋼の靱性を損ねるのでその含有量の上限を0.003%とする。

【0013】次に、本発明における製造条件について述べる。本発明はいかなる鑄造条件で鑄造された鋼片についても有効であるので、特に鑄造条件を特定する必要はない。また、鑄片を冷却すること無くそのまま熱間圧延を開始しても一度冷却した鑄片をAc₃点以上に再加熱

した後に圧延を開始しても良い。なお、本発明においては圧延あるいは圧延後の冷却の条件については特に規定するものではないが、それはいかなる圧延、冷却を行っても本発明の有効性が失われないからである。ただし、本発明では焼き戻しにより鋼中の結晶粒、炭化物を微細に分散させるという目的があるので本発明の効果を最大限に利用するためには、焼き入れ後に金属組織がマルテンサイトあるいはベイナイトで、結晶粒が微細であることが望ましい。

10 【0014】次に、焼き戻し条件についてであるが、焼き戻し温度をAc₁点以上としたのはこれ未満では炭化物をオーステナイト化することができないからである。焼き戻し中の昇温速度を1℃/秒以上、Ac₁点以上の温度域での保持を15分以内としたのは、昇温速度が遅く、保持時間が長ければ昇温中に転位の回復、組織・析出物の粗大化、固溶炭素原子の析出が生じてしまい強度、靱性を高めることができないこととオーステナイトの粗大化が進み、冷却後の組織が粗大で不均一となり、靱性を劣化させるからである。

20 【0015】

【実施例】次に本発明の実施例によって本発明の有効性を示す。表1及び表2は実施例の鋼の成分を示すものである。このような成分の鋼を表2及び表3に示す製造条件で製造した場合に、同じく表2及び表3に示すような強度、靱性、焼き戻しに要した処理時間が得られた。表3、表4では本発明の条件に合致しない項目に下線をつけて示して有る。これによれば、本発明法は比較法に比べ明らかに生産性が高く、引っ張り強度・靱性に優れた低降伏比鋼板を製造することが可能であり、本発明は有効である。

30 【0016】

【表1】

表1 鋼の成分(重量%)

STEEL	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo
A	0.16	0.2	1.4	0.005	0.003				
B	0.15	0.23	1.4	0.004	0.004				
C	0.1	0.2	3	0.008	0.004		1		
D	0.14	0.25	1.5	0.005	0.003			0.2	0.2
E	0.08	0.25	1.6	0.01	0.005	0.5	1	0.5	0.5
F	0.1	0.22	1	0.004	0.003	0.4	3	1	0.5
G	0.1	0.18	1	0.006	0.004		5	1	0.5
H	0.4	0.27	0.8	0.008	0.007			1	0.2

【0017】

* * 【表2】

表2 鋼の成分(重量%)

STEEL	Co	W	V	Nb	Ti	B	Al	N
A							0.03	0.003
B				0.02	0.01		0.03	0.004
C	1	0.2				0.001	0.04	0.002
D			0.03		0.01		0.03	0.003
E			0.04		0.01	0.001	0.04	0.003
F							0.02	0.003
G							0.03	0.002
H							0.03	0.003

【0018】

* * 【表3】

表 3 製 造 条 件

No		鋼	焼入れ方法 RQ:再加熱焼入 DQ:直接焼入	板厚 (mm)	焼戻しの 昇温速度 (°C/秒)	焼戻し 温度 (°C)	Ac ₁ (°C)	Ac ₁ 点温度 以上の保持 時間 (分)
本 発 明 鋼	1	A	RQ	15	5	720	714	1
	2	B	RQ	15	10	720	714	2
	3	C	RQ	15	26	700	671	5
	4	D	RQ	15	5	750	718	2
	5	D	DQ	15	5	720	718	5
	6	E	DQ	20	2	710	700	10
	7	E	DQ	20	2	740	700	10
	8	F	RQ	20	1.5	740	683	10
	9	F	DQ	20	1.5	740	683	2
	10	G	RQ	35	2	650	640	15
	11	G	DQ	35	2	650	640	2
	12	H	DQ	35	5	740	735	5
	13	H	DQ	35	5	740	735	2
比 較 鋼	14	E	DQ	20	<u>0.1</u>	720	703	10
	15	F	DQ	20	<u>0.2</u>	700	683	<u>30</u>
	16	G	DQ	35	2	<u>580</u>	649	<u>20</u>
	17	G	DQ	35	2	690	649	<u>60</u>

表4 製造条件と材質

No.		鋼	冷却方法 WC：水冷 AC：放冷	YS (kgf/mm ²)	TS (kgf/mm ²)	vTrs (℃)	YR (%)	焼戻しの加熱開始より冷却開始までの時間(秒)
本 発 明 鋼	1	A	WC	45	63	-100	71	200
	2	B	AC	50	68	-130	73	200
	3	C	AC	69	102	-136	68	330
	4	D	AC	47	69	-60	68	270
	5	D	WC	51	73	-65	70	450
	6	E	AC	71	98	-75	72	900
	7	E	AC	71	95	-80	75	950
	8	F	AC	70	103	-130	68	750
	9	F	AC	68	110	-130	62	270
	10	G	WC	61	90	-140	68	1330
	11	G	AC	64	98	-135	65	550
	12	H	AC	58	80	-40	73	450
	13	H	AC	62	82	-35	75	270
比 較 鋼	14	E	AC	78	86	10	91	7600
	15	F	AC	86	91	-50	95	5300
	16	G	AC	84	90	-85	93	1490
	17	G	WC	73	79	-40	92	3950

【0020】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の実施によって、従来法に比較して極めて短時間で、かつ強度、靱性に優れた低降伏比鋼板が製造可能となり、生産性を著し

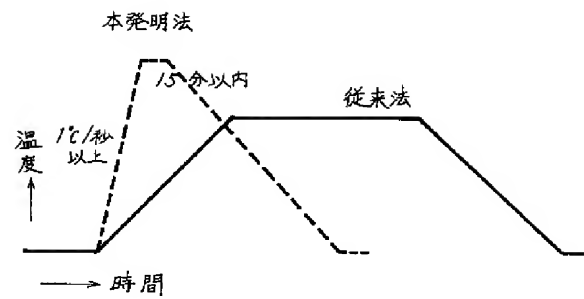
*く向上することが出来た。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明中の焼き戻し処理の説明図である。

* 40

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 尾上 泰光
千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式
会社技術開発本部内